STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE
DI UDINE

DOTT. ALVISE COMEL

Osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana

ANNI 1928 e 1929

Estratto dagli Annali - Serie III.a - Vol. II.o

UDINE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRIULANO
1930

STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE
DI UDINE

DOTT. ALVISE COMEL

Osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana

ANNI 1928 e 1929

Estratto dagli Annali - Serie III.a - Vol. II.o

UDINE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRIULANO
1930

OSSERVAZIONI SULLA COMPOSIZIONE CHIMICA DELLE ACQUE PIOVANE DELLA MEDIA PIANURA FRIULANA

ANNI 1928 e 1929

Da quando Brandes nel 1825 trovava l'ammoniaca nell'acqua piovana e Liebig nel 1826 constatava in essa anche la presenza dell'acido nitrico un nuovo problema s'affacciava agli studiosi: la composizione delle acque meteoriche e l'eventuale loro contributo alla fertilizzazione del suolo.

Dopo le prime ricerche di Boussingault che risalgono alla metà del secolo scorso altre numerose seguirono per merito di vari studiosi in diverse regioni dell' Europa e del mondo. I risultati di queste indagini dimostrano come la composizione chimica delle acque meteoriche non sia costante ma vari moltissimo per un complesso di cause prime fra le quali il clima, la latitudine, l'altitudine, la frequenza delle scariche elettriche, la vicinanza dei mari, dei centri abitati ecc. Del resto basta un semplice ragionamento per convincersi come ad es. le pioggie che cadono sulle vaste pianure dovranno essere differenti da quelle che cadono in montagna; i fenomeni elettrici che accompagnano l'addensarsi delle nuvole, e tutte le cause locali di perturbazione atmosferica (le zone periodicamente battute dalla grandine e quelle di speciale violenza temporalesca ammaestrano in proposito) devono pure influenzare la composizione chimica dell'atmosfera e quindi quella delle acque piovane.

Tenute presenti le ricerche altrove compiute al riguardo si dimostrava invero interessante una qualche indagine anche per la regione Friulana che appare fra le più piovose d'Italia.

Considerando infatti la configurazione morfologica del Friuli notiamo come l'arco montuoso che circoscrive a settentrione e a oriente la pianura costituisce un'ampia sacca entro la quale vanno condensandosi i vapori che dalla marina ivi vengono sospinti dai venti sciroccali prevalenti nella stagione primaverile e autunnale.

Le nubi scarse e rade verso la laguna si raffittiscono più a settentrione per accavallarsi e fondersi ai primi rilievi montuosi che, eccezion fatta per la porzione orientale, s'ergono ripidamente dalla pianura fino ad altezze di oltre 1000 metri, superando poi nelle catene e nei massicci retrostanti i 2000 e 2500 metri.

Ne consegue che la precipitazione di 900-1000 mm. annui della bassa pianura sale a 1500 mm. nella media per raggiungere talvolta persino i 3000 mm. nella zona montuosa. Il Friuli è dunque una regione assai piovosa; Udine trovandosi al centro di questo territorio offre così condizioni particolarmente favorevoli per lo studio della composizione media delle acque piovane che su esso cadono [1].

Questa Stazione volendo pertanto portare un contributo su tale argomento affidava allo scrivente l'incarico di seguire in un primo tempo la variazione della composizione chimica dell'acqua piovana raccolta in Udine dal pluviometro posto sull'alta terrazza della propria sede.

Pubblichiamo ora i risultati ottenuti dalla ricerca nel biennio 1928-29 avvertendo che lo studio è in continuazione e che probabilmente le indagini verranno estese anche sulle acque raccolte in altre località del Friuli p. es. nella zona littoranea e in quella montuosa così differenti e importanti per le loro condizioni ambientali e climatiche.

E' noto che l'acqua della superficie terrestre evapora sotto l'azione termica solare, si diffonde nell'atmosfera, si ricondensa in seguito e riprecipita in varie forme sul suolo. Questo fenomeno che si riduce in ultima analisi a una semplice distillazione dovrebbe produrre un'acqua chimicamente pura se l'impurità dell'ambiente, in cui il fenomeno si svolge, non influisse su questo naturale processo di distillazione. La purezza e la composizione fisica e chimica dell'acqua meteorica è quindi in stretto rapporto coll'ambiente che essa attraversa e che dilava nella sua caduta.

Le acque meteoriche tengono così in soluzione e in sospensione parecchie sostanze. Le parti solide possono essere inorganiche e organiche e provengono dal pulviscolo atmosferico che a sua volta deriva dalla disgregazione delle roccie e degli esseri che sul terreno vivono. Le parti solute sono di varia natura e traggono varia origine; noi quì ne considereremo solo quattro e precisamente l'ammoniaca, l'acido nitroso, l'acido nitrico e il cloro.

L'ammoniaca si trova nell'aria in parte libera [2] e in gran parte legata all'acido carbonico e all'acido nitrico nei rispettivi sali (carbonato e nitrato d'ammonio). Müntz e Aubin che analizzarono l'aria sul Pic du Midi a quasi 3000 metri d'altezza trovarono che essa conteneva per 100 m^3 mgr. 1.35 ossia mgr. 0.0000135 di ammoniaca per litro, non mostrandosi così molto differente da quella analizzata nel 1875-76 a Parigi che diede per 100 m^3 mgr. 2.25.

L'ammoniaca trae origine dalla decomposizione e putrefazione delle sostanze organiche animali e vegetali e solo parzialmente da fenomeni elettrici atmosferici.

L'acido nitroso e nitrico si trovano nell'aria in forma di sali ammo-

---

(1) Come abbiamo detto la precipitazione annua a Udine è di 1500 mm.; in questi due ultimi anni è scesa però sotto la media e precisamente sui 1200 mm.

(2) Secondo André l'ammoniaca non esisterebbe nell'aria allo stato libero (*Enc. Agricole*, p. 95).

niacali (nitrito e nitrato d'ammonio) allo stato di finissima sospensione; la loro origine è legata ai fenomeni elettrici dell'atmosfera.

Il cloro si riscontra in maggior copia nelle precipitazioni delle zone littoranee, in via normale deriva dai cloruri (di sodio) del mare; pure essi si trovano nell'atmosfera allo stato di finissima sospensione e possono venir trascinati dalle correnti aeree fino a grandi distanze. A titolo d'esempio ricorderemo come nel 1886-87 il Bellucci ebbe a riscontrarli nelle acque piovane di Perugia a una distanza dunque di ben 120 Km. dal mare.

In relazione alla quantità di questi composti presenti nell'aria atmosferica la composizione chimica delle acque piovane varia specialmente colla latitudine, coll'altitudine e colla vicinanza di centri perturbatori naturali e artificiali.

Che la produzione di composti nitrici e ammoniacali proceda più intensa nelle regioni equatoriali che non nelle nostre e quindi che le acque meteoriche di quelle contrade siano più ricche di composti d'azoto, lo dimostrano le ricerche di Müntz e Marcano eseguite a Caracas nel Venezuela che pongono in evidenza un contenuto d'acido nitrico per litro di mgr. 2.23 quale media di 100 determinazioni fatte nel 1883, 1884, 1885; la pioggia più ricca, quella del 19 ottobre 1883 conteneva 16.25 mgr. mentre la più povera, 0.20 mgr. Così pure Raimbault esperimentando a Saint-Denis nell'Isola della Réunion fissò a 2.67 mgr. di acido nitrico per litro la media di 19 campioni di acqua di pioggia raccolta negli anni 1886-87.

Pure l'ammoniaca si presenta considerevolmente elevata; Müntz e Marcano come media di 20 campioni raccolti fra il 1889 e il 1890 a Caracas trovano mgr. 1.55 per litro con un minimo di 0.37 e un massimo di 4.01 mgr. d'ammoniaca.

A sua volta l'altitudine esplica pure una notevole influenza sulla ricchezza in composti d'azoto delle acque piovane non fosse altro perchè la progressiva riduzione dello strato d'aria attraversato dall'acqua piovana, fa diminuire, per una minor durata di contatto, la possibilità di soluzione delle sostanze in esso presenti. Ma coll'altezza si collega pure un altro interessante fenomeno: la diminuzione dei nitrati. Müntz e Aubin infatti nelle analisi delle acque piovane raccolte sul Pic du Midi (2877 metri) verificarono un'assenza di nitrati quasi completa. La mancanza di forti temporali a quell'altezza limita la produzione dell'acido nitrico a più basse quote; il nitrato d'ammonio così sorto, per non essere allo stato di tensione dell'aria, invece di diffondersi nell'atmosfera, come l'acido carbonico e l'ammoniaca, tende a portarsi in più bassi orizzonti comportandosi come un pulviscolo. L'ammoniaca invece, in stato di tensione, si diffonde ad altezze molto superiori tanto è vero che gli AA. la trovarono sul Pic du Midi ancora in considerevoli percentuali: da 0.20 a 0 80 mgr. per litro.

Fra le cause naturali di perturbamento atmosferico, ricorderemo le grandi sorgenti di gas e di vapori che vengono emanate dai vulcani. Le

pioggie che cadono in loro vicinanza presentano speciali caratteri. Non sono a nostra conoscenza studi in proposito; sintomatiche sono però le forti percentuali d'azoto variamente combinato trovate nelle acque meteoriche di Napoli dalla Dott. Ester Majo (pubblicati nel " La Meteorologia Pratica „ e riportati da " Il Coltivatore „ n. 28 del 10 ottobre 1927 pag. 321).

Fra le cause artificiali o prevalentemente tali, annovereremo i grossi centri abitati e specialmente le città industriali che lanciano nell'aria ingenti masse di prodotti di combustione e che, secondo i climi, possono restare in essa lungamente sospesi o diffusi. Tutte le analisi delle acque cadute su questi agglomeramenti umani presentano una speciale ricchezza in composti d'azoto rispetto a quelle delle campagne o delle città o borgate meno intensamente abitate. Le tabelle quì sotto valgono a dimostrarlo.

Composti d'azoto contenuti nelle acque piovane di città; mgr. per litro.

Località	NH_3	Azoto nitrico	Analizzatore	Riportati da	Osservazioni
Inghilterra	5.14		A. Smith	Soave p. 64	1872
		0.22		Guareschi p. 273	
Scozia	3.81		A. Smith	Soave p. 64	1872
		0.30		Guareschi p. 273	
Glasgow	9.06		A. Smith	Soave p. 64	
		0.63		Guareschi p. 273	
Montsouris	2.20		A. Lévy	Soave p. 64	media di 2-3000
		0.74		Guareschi p. 273	campioni in 16 anni
Lyon	6.80		Bineau	Marro p. 24	media annuale
Nantes	1.99		Bobierre	André p. 102	1864 a 47 m.
	5.93				a 7 m.
Germania	1.86		Bretschneider	André p. 202	media di 6 anni
		Acido nitrico		Roster p. 337	
Firenze	1.42	1.69	Bechi	e Soave p. 66	1870
	0.98	0.85			1871
	1.00	1.01			1872

BIBLIOGRAFIA: M. Soave. — *Chimica vegetale a agraria.* Torino, 1916.
I. Guareschi. — *Enciclopedia di chimica.* Vol. III. Torino, 1924.
M. Marro. — *Corso generale di agronomia.* Torino 1918.
G. André. -- *Chimie agricole (Encycl. agricole).* Paris, 1920.
G. Roster. — *Climatologia dell'Italia.* Torino, 1909.

I dati sono stati raccolti da vari testi che abbiamo elencato nella colonna ad essi dedicata.

Montsouris di Parigi lo abbiamo incluso nella prima categoria perchè secondo Muntz sarebbe sotto l'influenza dell'aria di Parigi (confronta Soave pag. 64).

Composti d'azoto contenuti nelle acque piovane di campagna o borgate; mgr. per litro.

Località	NH_3	Azoto nitrico	Analizzatore	Riportati da	Osservazioni
Inghilterra	0.97		A. Smith	Soave p. 64	1872
		0.19		Guareschi p. 273	
Scozia	0.53		A. Smith	Soave p. 64	1872
		0.08		Guareschi p. 273	
Joinville le Pont	0.50		Müntz	Soave p. 64	su numerose determinazioni dal 1879 al 1886
		Acido nitrico			
Liebfrauenberg	0.52		Boussingault	Soave p. 63	media di 47 analisi 0.11-4-03 1853
Liebfrauenberg		0.18	Boussingault	Soave p. 59	1857
Rothamsted	0.97		Lawes e Gilbert	Soave p. 63	media di 2 anni
Rothamsted		0.42	Lawes e Gilbert	Soave p. 59	media
Catania	0.39	0.72	Basile	Guareschi p. 273	
Vallombrosa	0.51	0.57	E. Bechi	Roster p. 337	
		N_2O_5			
Scandicci	1.38	0.55	Passerini	Soave p. 66	1888
	0.34	0.92			1889
	0.17	1.64			1890
	0.63	1.04			media

Abbiamo poi un gruppo secondario di cause che influiscono sulla variazione della composizione chimica delle acque piovane: l'ora e la stagione, l'intensità della pioggia e quella dei fenomeni accessori che l'accompagnano, il tempo nel ciclo piovoso ecc.

La scarsità delle osservazioni non permette di trarre leggi generali; ricorderemo solo come secondo alcuni (Guareschi) la massima quantità di composti ammoniacali cadrebbe in agosto, in maggio i nitrosi, in gennaio i nitrici e in marzo i cloruri; le più elevate percentuali di azoto complessivo si osserverebbero invece nei mesi invernali e secondo altri in quelli estivi.

A lor volta le pioggie che cadono dopo lunghi periodi siccitosi sono più ricche in composti d'azoto come pure maggiori percentuali si riscontrano nelle prime acque piovane quando cioè l'aria non ha subìto ancora il dilavamento e la purificazione.

Così pure la quantità di azoto totale portato dalle meteore su un ettaro di terreno non è costante ma varia da luogo a luogo in rapporto alla quantità di precipitazione e alla sua ricchezza media in azoto. Giova forse ricordare come spesso vi sia un compenso fra questi due valori ossia come a una maggior copia di precipitazione corrisponda un più basso titolo unitario di azoto e viceversa.

Ecco alcuni valori interessanti l'Italia:

Quantità d'azoto totale caduto in Italia in Chgr. per ettaro di terreno.

Località	m³ p. ha	NH_3	HNO_2	HNO_3	Azoto			N. totale	Analizzatore	Riportati da	Anno dell'osservazione
					ammoniacale	nitroso	nitrico				
Scandicci								12.39	Passerini	Soave p. 66	1888
»								4.01	»	»	1889
»								3.35	»	»	1890
Catania		1.85	0.009	3.38	1.52	—	0.88	2.40	Basile	Soave p. 67	1888-89
Firenze	9283	13.24	—	15.73	10.90	—	4.07	14.97	E. Bechi	Roster p. 337	1870
	10790	10.57	—	9.15	8.70	—	2.37	11.07	»	»	1871
	12908	12.92	—	13 06	10.63	—	3.38	14.01	»	»	1872
Vallombrosa	20280	10.43	—	11.73	8.58	—	3.04	11.62	»	»	1872

Passando ora in rapida rassegna i risultati della nostra ricerca sulle acque meteoriche, ricorderemo come la distribuzione delle pioggie assume in Friuli un carattere equinoziale: piove cioè molto in primavera e in autunno, poco invece in inverno e in estate.

Sotto questo aspetto il 1928 è stato regolare, meno invece il 1929.

Le analisi sono state eseguite mensilmente sull'acqua raccolta e conservata in adatti bottiglioni.

La determinazione quantitativa dei singoli composti d'azoto è stata eseguita colorimetricamente usando per l'ammoniaca il reattivo di Nessler, per l'acido nitroso il reattivo di Griess e per l'acido nitrico il metodo di Noll. Il cloro fu titolato col nitrato d'argento.

I risultati esposti nelle seguenti tabelle e grafici si possono così riassumere:

1928. L'ammoniaca cresce regolarmente dal febbraio all'agosto, diminuisce quindi rapidamente fino al novembre per poi aumentare in dicembre e in gennaio.

L'azoto nitroso e nitrico presentano percentuali variabili raggiungendo i massimi valori in inverno e in estate.

Nel complesso notiamo quindi la massima ricchezza in composti azotati nel mese di agosto e la minima in novembre.

Il cloro considerevolmente presente tutto l'anno presenta in aprile e in ottobre la massima percentuale e ciò assai probabilmente è in relazione con lo spirare dei venti sciroccali provenienti dal mare.

Il 1929 corre più irregolare.

L'ammoniaca, elevata e costante fino in maggio sale in giugno, scende in luglio e sparisce in agosto ([1]); ricompare elevata in settembre, cala fino a novembre per rialzarsi in dicembre.

L'acido nitroso, culmina in gennaio e sparisce in giugno, luglio e agosto ([2]).

L'acido nitrico sale fino in agosto, scende in settembre e risale lentamente negli altri mesi.

Il cloro è massimo in aprile e in ottobre.

Se consideriamo la media dei vari composti d'azoto per litro d'acqua piovana nel 1928 abbiamo per l'ammoniaca milligrammi 0.57, per l'azoto nitroso (N_2O_3) milligrammi 0.12 (e 0.076 quale media di 11 mesi), per l'azoto nitrico (N_2O_5) 0.51 milligrammi.

Nel 1929 la media relativa, omettendo cioè i mesi di luglio e agosto,

---

([1]) La scomparsa dell'ammoniaca e dell'azoto nitroso in agosto e il contemporaneo salire dell'azoto nitrico a cifre straordinarie è una anormalità che riteniamo dovuta a un'attività di microorganismi esplicatasi nelle acque conservate nel recipiente di raccolta, tant'è vero che dopo la sua sterilizzazione i valori sono ritornati normali. Le cifre *sulle forme di combinazione* dell'azoto delle acque meteoriche del luglio e agosto 1929 vanno così accolte con beneficio d'inventario.

([2]) Un fatto che già eccede l'anomalìa, perchè dimostratosi sensibilmente costante anche quest'anno 1930, riguarda l'elevata percentuale dei composti nitrosi nelle acque del gennaio che è di circa sei volte superiore al contenuto medio degli altri mesi.

abbiamo milligrammi per litro: NH_3 0.74, N_2O_3 0.11 (e 0.067 non calcolando il gennaio), N_2O_5 0.68.

La quantità di cloro espressa in cloruro di sodio per ettaro ammonta a chilogrammi 37.24 nel 1928 e a chilogrammi 26.11 nel 1929. Come si vede queste cifre sono tutt'altro che trascurabili specialmente se considerate in funzione del tempo e in relazione al contenuto in sodio di molti terreni. La loro importanza aumenta nelle regioni più prossime al mare sulle quali è nostro intendimento estendere in seguito precise ricerche.

Nel gennaio 1929 l'abbondante caduta di neve permise di eseguire su essa la determinazione in composti d'azoto che fornì i seguenti valori per litro di acqua di fusione: NH_3 milligrammi 0.35, N_2O_3 traccie, N_2O_5 0.20 milligrammi.

La grandine caduta il 17 aprile 1928 diede per litro d'acqua di fusione: NH_3 milligrammi 0.225, N_2O_3 0.050, N_2O_5 0.266 milligrammi.

Venendo ora a dire del quantitativo di azoto totale caduto su un ettaro di terreno noteremo come esso si aggiri sui 8-10 chilogrammi che potranno forse salire a 12 e più nelle annate a precipitazione normale (1500 mm.) o superiori alla media.

A 10 chilogrammi d'azoto (equivalenti a circa 66 chilogrammi di nitrato di soda, titolo 15-16 %) ammonta il contributo medio in azoto recato dalle acque meteoriche alle campagne del medio Friuli.

Se importanti possono apparire queste cifre non meno interessante agli scopi pratici riesce la loro valutazione in rapporto alla utilizzazione da parte delle colture. Mentre cioè il quantitativo d'azoto totale dedotto dalla precipitazione complessiva e dal medio contenuto dell'acqua sta ad indicare la cifra di azoto giunta sul terreno, ben altra cosa è la quantità di questo totale che viene trattenuta dal terreno e che va a beneficio delle colture. Sappiamo infatti che delle acque meteoriche una parte viene trattenuta dal suolo, un'altra scorre sulla superficie e giunge nei principali collettori, un'altra va dispersa nel sottosuolo. Sappiamo anche come l'azoto ammoniacale sia notevolmente trattenuto dal terreno, poco invece quello nitrico. La fissazione e l'utilizzazione dei composti di azoto dipenderà dunque dalla costituzione fisico-chimica del terreno, dal suo stato di secchezza, dallo sviluppo della flora, dalla distribuzione delle pioggie, dalla stagione ecc.

Si capisce con ciò come pioggie di breve durata, in terreni asciutti e non eccessivamente permeabili — in modo che tutta l'acqua caduta resti nel terreno — in pieno rigoglìo vegetativo, daranno il massimo utile; questo a sua volta tenderà a diminuire nei terreni in pendio per le perdite causate dal ruscellamento superficiale o qualora un'eccessiva permeabilità ne faciliti il rapido passaggio nel sottosuolo; così pure se le pioggie si faranno dirotte e continue, o se la vegetazione già entrata in fase di riposo non potesse, fra l'altro, utilizzare l'azoto nitrico prima che questo si disperda nel sottosuolo.

La quantità d'azoto che resta a disposizione delle piante e quindi utilizzata dall'agricoltura, sarà dato dunque solo dalla differenza tra l'azoto

totale caduto e l'azoto disperso. Mentre il primo valore possiede una relativa costanza e ad ogni modo è suscettibile di essere determinato esattamente, il secondo fattore è variabile e incostante. La distribuzione delle pioggie durante il periodo dell'anno, lo stato vegetativo delle piante, la costituzione geo-pedologica del substrato possono in certo qual modo circoscrivere il valore di questo fattore che però sfugge a ogni più rigido criterio di valutazione. Al che aggiungeremo ancora la difficoltà di stimare il tempo in cui l'azoto ammoniacale caduto in periodo vegetativo morto può restar fissato nel terreno.

Un altro fattore fino a un certo punto indipendente dai criteri di valutazione sopra accennati, ma che ciò nonostante è bene tener presente perchè collegato al bilancio totale dell'utile in azoto portato dall'acqua piovana, interessa l'azione dilavante dei nitrati esplicata col deflusso delle acque meteoriche; se esse portano delle sostanze azotate al suolo, contemporaneamente ne asportano dal medesimo quantità variabili che difficilmente si riesce a misurare ma che ad ogni modo si devono sommare all'azoto disperso nel computo dell'utile effettivo totale legato alle acque meteoriche.

Quanto alla distribuzione delle pioggie che abbiamo visto essere della massima importanza anche per l'utile che esse possono arrecare alle colture coi composti azotati in esse disciolti, ricorderemo come esse in Friuli abbiano un carattere di equinozialità riuscendo così ottime, qualora non siano eccessive, nei mesi primaverili dando impulso alla vegetazione; scarse sono invece in estate quando di esse pure tanto ne sarebbe bisogno; abbondano poi in autunno quando ormai la vegetazione è morta o sul declinare.

Possiamo dunque dire che la distribuzione delle pioggie, combinata collo sviluppo e quindi colle esigenze dalla vegetazione agraria da noi non è sempre favorevole e che quindi non bene sfruttata è la ricchezza in azoto delle acque meteoriche.

Dei 10 chilogrammi di azoto che cadono sui nostri terreni solo una porzione viene utilizzata dalla vegetazione in corso, parte va perduta nel sottosuolo ghiaioso, per rapida filtrazione attraverso l'esiguo spessore del suolo o nel deflusso superficiale dei terreni argillosi, un'altra parte resta invece inutilizzata, almeno temporaneamente, perchè la vegetazione è già entrata nella fase di riposo invernale.

Se la vegetazione spontanea (prati stabili naturali, ecc.) non trovasse nel suolo altre risorse d'azoto, sia attraverso la simbiosi con organismi azotoinduttori, sia attraverso la cooperazione di altri batteri fissatori di azoto e generatori o meglio spostatori di questo elemento mediante la disintegrazione della sostanza organica del suolo, l'utile in azoto portato colle precipitazioni meteoriche ne sarebbe forse insufficiente anche per il normale sviluppo.

Con tutto ciò è tutt'altro che trascurabile l'apporto complessivo in azoto anche perchè colle acque meteoriche si diffonde sempre nel terreno a vantaggio della vegetazione una soluzione, sia pure diluitissima, di composti nitrici, nitrosi e ammoniacali.

Volendo considerare infine la quantità d'azoto totale caduta per ettaro in un anno in Friuli, in rapporto alle cifre date per altre regioni d'Italia da vari autori, noteremo come gli elementi che si posseggono siano troppo scarsi e come alcuni risalgano forse a troppo vecchia data per poter permettere un serio confronto.

Necessiterebbe in merito una ben più ampia documentazione sia per quanto può riguardare il numero delle località e la loro distribuzione geografica, sia per una sistematica e prolungata osservazione.

Solo così si potranno ottenere cifre e paragoni con quel carattere di positività richiesto per problemi di questo genere. Ad ogni modo possiamo fin d'ora prevedere che la quantità d'azoto per ettaro caduto colle acque piovane, almeno per l'Alta Italia, superi di molto i 2 o 3 chilogrammi ritenuti dal Soave come cifre corrispondenti alla grande media italiana.

Per analoghe considerazioni i dati dell'Aducco [1] di 11-12 chilogrammi di azoto per anno e per ettaro sembrano, rispetto all'Italia, elevati o comunque non vanno generalizzati.

---

[1] A. Aducco. — *Chimica Agraria*. U. Hoepli, 1912.

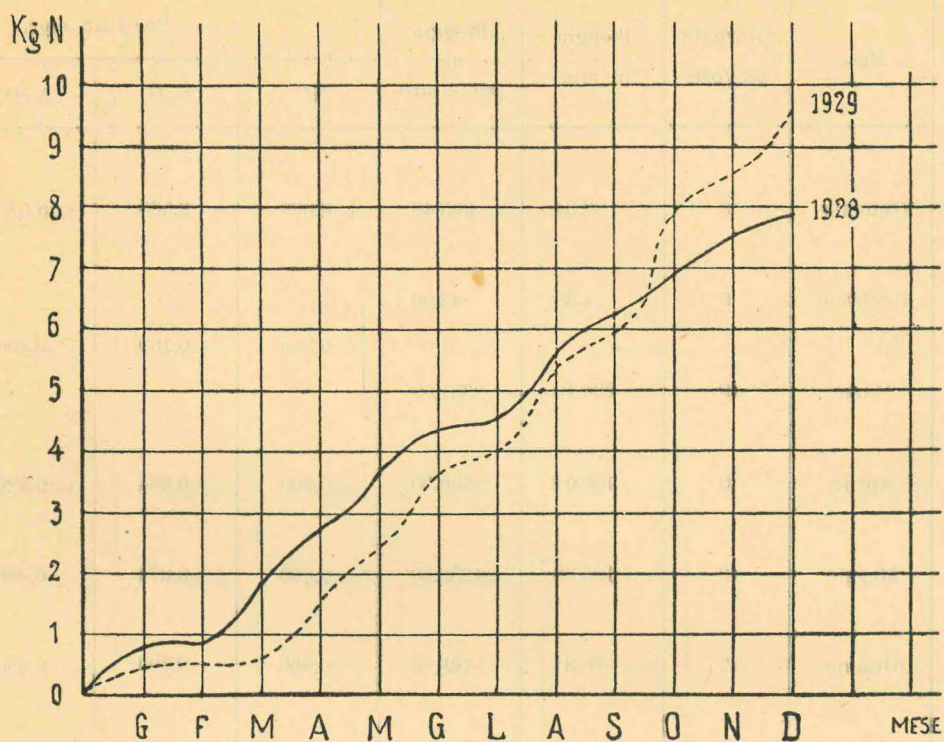
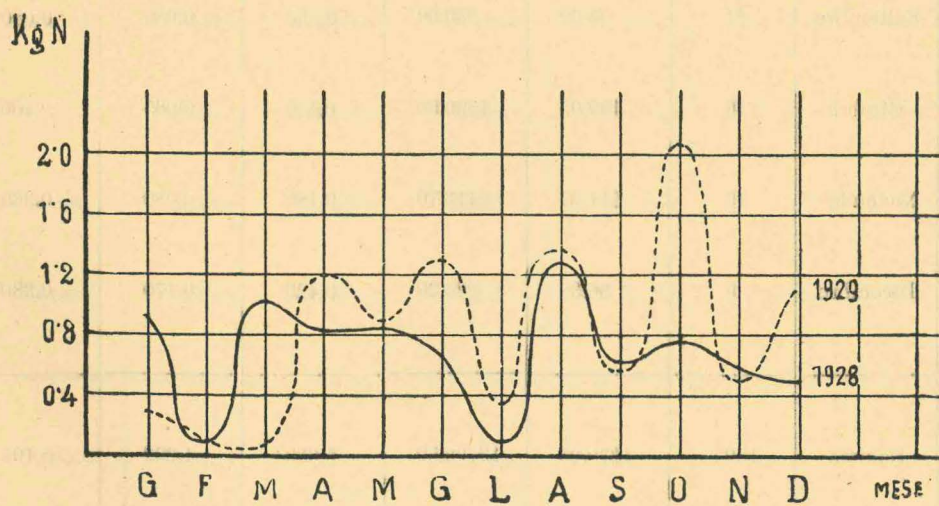



Diagramma dell'azoto caduto per ettaro di superficie nel 1928 e 1929.

Distribuzione mensile dei quantitativi d'azoto per ettaro negli anni 1928 e 1929.

Anno 1928

Mese	Giornate piovose	Pioggia in mm.	Pioggia m^3 per ettaro	Per litro mgr.			
				NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Cl.
Gennaio	8	88.34	883.40	0.900	0.360	0.525	2.1276
Febbraio	5	4.39	43.90	0.350	0.100	0.400	1.5087
Marzo	19	238.10	2381.00				
Aprile	20	155.09	1550.90	0.500	0.064	0.320	2.0389
Maggio	19	135.65	1356.50	0.600	0.074	0.360	1.2411
Giugno	17	76.81	768.10	0.800	0.100	0.680	1.7730
Luglio	6	16.82	168.20	0.930	0.110	1.000	1.4184
Agosto	11	104.31	1043.10				
Settembre	11	93.00	930.00	0.550	0.080	0.680	0.9751
Ottobre	16	159.05	1590.50	0.450	0.065	0.400	2.6595
Novembre	15	211.37	2113.70	0.180	0.080	0.360	1.2411
Dicembre	5	96.32	963.20	0.420	0.170	0.380	1.4184
Somma	152	1379.25	13792.50	5.680	1.203	5.105	16.4018

Per ettaro chilogrammi				Azoto per ettaro in chilogrammi			Totale
NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Cl.	ammon.	nitroso	nitrico	
0.7951	0.3180	0.4638	1.8795	0.6546	0.1175	0.1202	0.8923
0.8487	0.2425	0.9699	3.6581	0.6985	0.0893	0.2514	1.0392
0.7754	0.0992	0.4963	3.1621	0.6382	0.0366	0.1286	0.8034
0.8139	0.1004	0.4883	1.6835	0.6698	0.0370	0.1266	0.8334
0.6145	0.0768	0.5223	1.3618	0.5057	0.0283	0.1354	0.6694
1.1265	0.1332	1.2113	1.7181	0.9271	0.0491	0.3139	1.2901
0.5115	0.0744	0.6324	0.9068	0.4209	0.0274	0.1639	0.6122
0.7157	0.1033	0.6362	4.2299	0.5890	0.0380	0.1649	0.7919
0.3804	0.1691	0.7609	2.6233	0.3131	0.0623	0.1972	0.5726
0.4045	0.1637	0.3660	1.3662	0.3329	0.0603	0.0948	0.4880
6.9862	1.4806	6.5474	22.5893 (cloruro di sodio corrispond.) 37.240	5.7498	0.5458	1.6969	7.9925

Anno 1928 (Pioggia in millimetri)

Giorno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
1		1.52		4.26	16.15	
2				10.30	4.11	0.86
3		1.65	10.31	1.06	0.48	
4			2.03		1.83	
5			0.03		2.84	
6			0.42	19.60	4.71	1.32
7			17.45	19.31		1.16
8			0.84		0.24	10.81
9			1.13	18.22	0.62	0.09
10			3.60			
11			14.20	0.48	1.16	
12		0.10	27.00	15.59		8.53
13			3.08	6.65		
14				0.48		
15				1.36		0.05
16				12.08	9.09	6.50
17	38.20	0.42		30.04	9.76	2.63
18	6.50	0.70		0.52	4.86	
19				1.29		0.66
20	0.55			0.51	1.31	20.68
21				0.54	43.50	2.28
22			26.20			0.05
23			50.60		22.14	
24			11.03		11.38	
25			26.35		1.36	0.21
26	13.98		35.30	7.14	0.11	
27			2.75	1.34		
28	1.73		2.80			20.88
29	11.49		2.98			0.10
30	4.38			4.32		
31	11.51					
	88.34	4.39	238.10	155.09	135.65	76.81

Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
			2.58	30.60	
		0.87	1.28	6.54	
	5.77			0.84	
	0.79			39.06	
3.05			0.36	1.07	
	14.05			6.58	
	0.41			0.18	
				18.82	
			17.90	10.98	6.64
			14.76	34.22	
	0.13		0.64		27.06
	0.32				47.96
		9.71	0.40		3.84
		12.76			
		0.22			
	2.56	2.35		1.62	
	0.13	3.18		1.85	
1.38					
	42.44		7.85		
1.36	0.72	18.66	13.26		
2.43		3.81	21.28	2.70	
		3.12	3.26	54.86	
		15.27		1.45	
0.55			8.02		
			40.10		
		23.05			
8.05			3.06		0.30
	36.99		24.30		10.52
16.82	104.31	93.00	159.05	211.37	96.32

Anno 1929

Mese	Giornate piovose	Pioggia in mm.	Pioggia m^3 per ettaro	Per litro mgr.			
				NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Cl.
Gennaio	6	70.77	707.70	0.900	0.440	0.600 [1]	
				0.350	traccie	0.200 [2]	
Febbraio	1	4.32	43.20				
Marzo	2	1.76	17.60	0.900	0.090	0.580	2.1276
Aprile	15	121.69	1216.90				
Maggio	12	85.62	856.20	0.900	0.096	0.750	1.063
Giugno	13	126.83	1268.30	1.000	traccie	0.750	0.8865
Luglio	7	40.32	403.20	0.700	0.000	1.400	
Agosto	5	107.10	1071.00	traccie	traccie	4.800	0.6205
Settembre	5	66.70	667.00	0.850	0.030	0.600	0.5886
Ottobre	13	301.11	3011.10	0.600	0.060	0.700	2.1276
Novembre	17	104.84	1048.40	0.300	0.070	0.720	0.8865
Dicembre	10	172.19	1721.90	0.500	0.120	0.800	1.4184
Somma	106	1203.25	12032.50	6.650	0.906	11.700	9.7187

[1] Pioggia. — [2] Neve.

Per ettaro chilogrammi				Azoto per ettaro in chilogrammi			Totale
NH_3	N_2O_3	N_2O_5	Cl.	ammon.	nitroso	nitrico	
0.3069	0.0473	0.1846		0.2525	0.0174	0.0478	0.3177
1.1499	0.1150	0.7411	2.7176	0.9463	0.0422	0.1921	1.1806
0.7706	0.0822	0.6421	0.9109	0.6342	0.0303	0.1664	0.8309
1.2683	traccie	0.9512	1.1243	1.0438	traccie	0.2465	1.2903
0.2822	0.000	0.5645		0.2323	0.000	0.1463	0.3786
traccie	traccie	5.1408	0.9147	traccie	traccie	1.3325	1.3325
0.5669	0.0200	0.4002	0.3926	0.4665	0.0073	0.1037	0.5775
1.8066	0.1806	2.1077	6.4064	1.4868	0.0665	0.5463	2.0996
0.3145	0.0733	0.7548	0.9294	0.2588	0.0270	0.1956	0.4814
0.8609	0.2066	1.3775	2.4423	0.7085	0.0761	0.3570	1.1416
7.3268	0.7250	12.8645	15.8382 (cloruro di sodio corrispond.) 26.1111	6.0297	0.2668	3.3342	9.6307

Anno 1929

(Pioggia in millimetri)

Giorno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
1					3.23	
2	8.63				21.42	
3	1.15					
4	0.31			0.30		2.82
5	0.68					16.24
6				3.12		0.48
7						
8						
9						
10				1.29		2.22
11				13.76	0.16	8.02
12				0.61	11.28	
13				0.59		
14				18.33		
15						
16				22.76	1.95	
17				9.66		
18					1.49	
19					1.58	
20					9.52	
21						1.00
22						12.96
23			1.70	1.53	6.54	
24				0.76	1.87	2.63
25	60.00					15.55
26			0.06	9.18		56.24
27		4.32		29.42		1.26
28						5.25
29						
30				10.38		2.16
31					26.58	
	70.77	4.32	1.76	121.69	85.62	126.83

Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2.21				1.23	32.50
3.94				28.44	8.63
	54.96		0.60	4.20	
				15.15	
		9.56			0.35
		20.55	13.24		2.40
1.42			17.30	0.65	3.20
			1.25		42.50
12.14			13.46	4.15	3.70
			10.00		
				15.20	7.85
	6.52			12.54	
				6.25	
		4.30			
		5.45			
				1.90	
			91.62	1.74	
	24.94		61.35		
		26.84			
	18.55				
	2.13			1.65	
				0.29	
			0.32		
			37.54		
16.10			17.86		35.86
			28.12	7.04	35.20
1.65				0.55	
				3.86	
2.86			8.45		
40.32	107.10	66.70	301.11	104.84	172.19